



(19)

(11) Publication number: 09240397 A

Generated Document

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(21) Application number: 08050268

(51) Intl. Cl.: B60R 21/00 G01B 11/00

(22) Application date: 07.03.96

(30) Priority:
 (43) Date of application publication: 16.09.97
 (84) Designated contracting states:

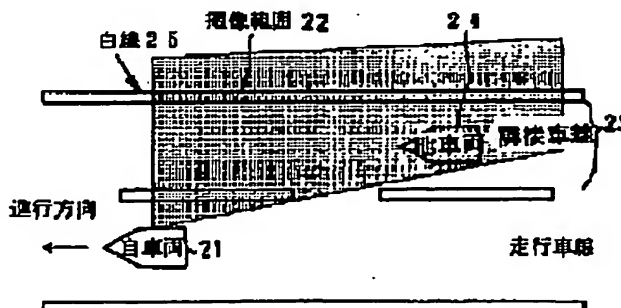
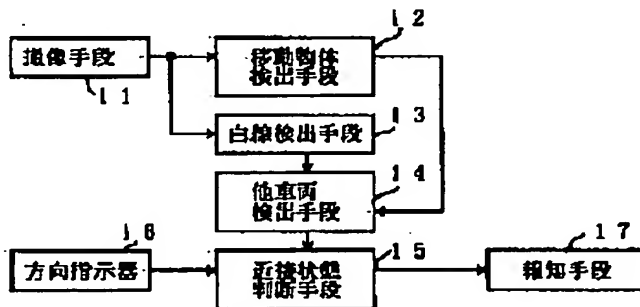
(71) Applicant: NISSAN MOTOR CO LTD
 (72) Inventor: TSUJI MASABUMI
 NOSO KAZUNORI
 YAMADA KATSUNORI
 (74) Representative:

(54) INFORMING DEVICE OF VEHICLE IN REAR SIDE DIRECTION

(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To issue information according to a relationship between an own vehicle and another vehicle by providing an informing means for informing a driver of an approaching state determined by an approaching state determining means.

SOLUTION: A region 22 in the rear side direction of an own vehicle 21 is photographed by a photographing means 11 such as a CCD camera or the like, a moving object 24 in an adjacent car line 23 is detected from photographed images by a moving object detecting means 12 and the white line 25 of the adjacent car line 23 is detected by a white line detecting means 13. According to the detected results of the moving object detecting means 12 and the white line detecting means 13, other vehicles are detected by a other vehicle detecting means 14. Further, determination is made by an approaching state determining means 15 as to whether the approaching level of another vehicle to the self vehicle is excessive or not when a direction indicator is ON, and if the approaching level is excessive, this is reported to the driver by an informing means 17.



(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平9-240397

(43)公開日 平成9年(1997)9月16日

(51)Int.Cl. ⁵	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
B 6 0 R 21/00	6 2 0		B 6 0 R 21/00	6 2 0 C
G 0 1 B 11/00			G 0 1 B 11/00	H

審査請求 未請求 請求項の数5 O L (全 11 頁)

(21)出願番号 特願平8-50268

(22)出願日 平成8年(1996)3月7日

(71)出願人 000003997

日産自動車株式会社

神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地

(72)発明者 辻 正文

神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産
自動車株式会社内

(72)発明者 農宗 千典

神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産
自動車株式会社内

(72)発明者 山田 勝規

神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産
自動車株式会社内

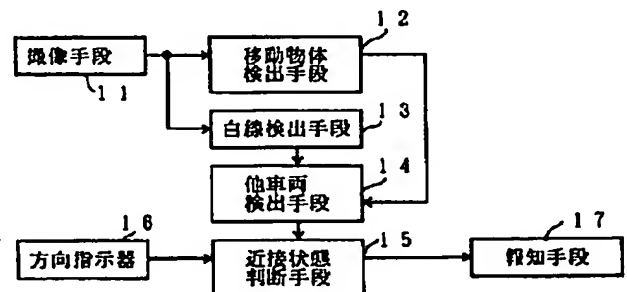
(74)代理人 弁理士 笹島 富二雄

(54)【発明の名称】 後側方車両の報知装置

(57)【要約】

【課題】自車両の後側方に存在する車両を精度よく検出して報知する。

【解決手段】自車両の後側方領域の撮像画像から、隣接車線内に存在する移動物体を検出する一方、該移動物体の検出位置における白線の有無を検出し、これらの検出結果を統合することにより他車両を検出する。そして、検出された他車両と自車両との接近状態を判別し、接近度が過大となる可能性があるときに運転者に報知する。また、該報知を自車両の方向指示器がON状態になったときに行なうようにしてもよい。



【特許請求の範囲】

【請求項1】自車両の後側方領域を撮像する撮像手段と、
撮像した画像から自車両が走行する走行車線に隣接した車線内に存在する移動物体を検出する移動物体検出手段と、
前記隣接車線の路面に表示された自車両の走行車線とは反対側の白線を検出する白線検出手段と、
前記移動物体検出手段の検出結果と前記白線検出手段の検出結果とに基づいて、検出された移動物体中から他車両を検出する他車両検出手段と、
前記他車両検出手段により検出された他車両の自車両に対する相対距離および相対速度とに基づいて、自車両と他車両とが過度に接近されようとする状態を判断する接近状態判別手段と、
該接近状態判別手段により判別された接近状態を運転者に報知する報知手段と、を備えたことを特徴とする後側方車両の報知装置。

【請求項2】前記報知手段は、前記隣接車線への車線変更を行うため自車両の方向指示器を作動させていることを条件として報知を行うようにした請求項1に記載の後側方車両の報知装置。

【請求項3】前記移動物体検出手段は、前記撮像画像の隣接車線内の領域に車両の特徴部分を含むように検査ラインを設定し、該検査ライン上の輝度値を1ラインずつ経過時間に対して順次並べることにより時空間画像を作成する一方、該時空間画像上に現れる前記特徴部分の軌跡の位置情報に基づいて移動物体を検出するようにした請求項1または請求項2に記載の後側方車両の報知装置。

【請求項4】前記車両の特徴部分は、他車両のタイヤ部分である請求項3に記載の後側方車両の報知装置。

【請求項5】前記白線検出手段は、白線の検出領域を複数のブロックに分割し、各ブロック毎に白線を検出するようにした請求項1～請求項4のいずれか1つに記載の後側方車両の報知装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、車載カメラにより自車両の後側方領域に存在する他車両を監視し、車線変更時等に必要に応じ、自車両と他車両との接近情報を報知する技術に関する。

【0002】

【従来の技術】従来の自車両の斜め後方（後側方）領域を監視して、車線変更時に必要に応じて報知を発生させる装置としては、例えば特開平2-287799号に開示されている。この装置では、車載カメラにより撮影された所定距離後方の道路画像を用いて道路上の走行車線を認識し、該認識された走行車線内に監視領域を設定し、該監視領域内に後続車両が存在するか否かを2値化処理によ

り検出している。そして、自車両の走行速度と他車両の位置に基づいて、自車両が方向指示器を操作して進路変更を行うときに、他車両との接近度が過大となるおそれがある場合に報知を発生するものである。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、このような従来の報知の発生装置にあっては、監視領域内の車両を2値化処理により検出するため、車両のボディ色（例えば路面と類似しているボディ色など）によっては車両が検出しにくい可能性がある。また、本来検出する必要のない道路標識などを他車両として誤検出する可能性がある。

【0004】そこで本発明は、このような従来の問題点に鑑み、自車両の後側方領域の撮像画像から道路標識等を識別しつつ他車両をより確実に認識し、自車両と他車両との関係に応じて報知を発生させることができる後側方車両の報知装置を提供することを目的としている。

【0005】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、請求項1に記載の発明は、自車両の後側方領域を撮像する撮像手段と、撮像した画像から自車両が走行する走行車線に隣接した車線内に存在する移動物体を検出する移動物体検出手段と、前記隣接車線の路面に表示された自車両の走行車線とは反対側の白線を検出する白線検出手段と、前記移動物体検出手段の検出結果と前記白線検出手段の検出結果とに基づいて、検出された移動物体中から他車両を検出する他車両検出手段と、前記他車両検出手段により検出された他車両の自車両に対する相対距離および相対速度とに基づいて該自車両と他車両とが過度に接近されようとする状態を判断する接近状態判別手段と、該接近状態判別手段により判別された接近状態を運転者に報知する報知手段と、を備えるようにした。

【0006】請求項2に記載の発明は、前記報知手段は、前記隣接車線への車線変更を行うため自車両の方向指示器を作動させていることを条件として報知を行うようにした。請求項3に記載の発明は、前記移動物体検出手段は、前記撮像画像の隣接車線内の領域に車両の特徴部分を含むように検査ラインを設定し、該検査ライン上の輝度値を1ラインずつ経過時間に対して順次並べることにより時空間画像を作成する一方、該時空間画像上に現れる前記特徴部分の軌跡の位置情報に基づいて移動物体を検出するようにした。

【0007】請求項4に記載の発明は、前記車両の特徴部分は、他車両のタイヤ部分とした。請求項5に記載の発明は、前記白線検出手段は、白線の検出領域を複数のブロックに分割し、各ブロック毎に白線を検出するようにした。

【0008】

【発明の効果】請求項1に記載の発明によれば、自車両の後側方に存在する車両を撮像画像から検出するため、

車両の検出距離をより長く、且つ検出範囲をより広く設定することができる一方、移動物体の検出結果と白線の検出結果とに基づいて車両を検出するため、車両検出の確実性をより向上させることができ、以て、自車両との接近度が過大となる情報に基づいて進路変更の適切なタイミングを知ることができる。

【0009】請求項2に記載の発明によれば、方向指示器が操作されてから他車両の近接状態を判別するため、判別のための計算負担を軽減することができると共に、不用な報知を極力防止でき、より信頼性の高い報知を行なうことができる。請求項3に記載の発明によれば、撮像画像中の隣接車線内に存在する他車両を、時空間画像上に表すことにより、必要な情報を残しつつ撮像画像情報を大幅に削減することができる一方、検査ラインを隣接車線内に設定することにより、撮像画像の路面状態等の背景の変化による車両の誤検出を極力低減することができ、検査領域が小さく限定されるため計算負担を軽減することができる。以て、他車両の自車両に対する相対距離および相対速度を実時間でより正確に検出することができる。

【0010】請求項4に記載の発明によれば、車両のタイヤ部分に検査ラインを設定することにより、車両のボディ色等に影響されず、路面と車両とがより明確に区別されるため、車両をより正確に検出することができる。請求項5に記載の発明によれば、白線が存在するか否かをより細かな領域で判断することができるため白線検出の精度が向上し、以て、検出された移動物体が車両か否かを、より細かに且つ正確に判定することができる。

【0011】

【発明の実施の形態】以下に本発明の実施の形態を図1～図15に基づいて説明する。図1は本発明の実施の形態におけるシステムブロック図である。本発明の実施の形態においては、図2に示す自車両21の後側方領域22を、例えばCCDカメラ等の撮影手段11により撮影し、該撮影した画像の中から隣接車線23中の移動物体24を移動物体検出手段12により検出する一方、隣接車線23の白線25を白線検出手段13により検出する。そして、移動物体検出手段12と白線検出手段13の検出結果に応じて他車両検出手段14により他車両を検出する。さらに、近接状態判別手段15により、方向指示器16がON状態のときに他車両が自車両に接近度過大となるかを判別し、接近度過大となる場合に運転者に報知手段17により報知するようにしている。

【0012】かかる構成による後側方車両の報知装置の概略的な処理内容を以下に説明する。まず、撮像手段11によって得られた自車両21の後側方の撮像画像から移動物体検出手段12により車両等の移動物体24を検出し、該検出された移動物体24の自車両21に対する相対位置と相対速度とを算出し、その結果を他車両検出手段14に入力する。

【0013】一方、白線検出手段13により後側方の撮像画像に微分処理を施し、隣接車線23の路面に表示された白線25を含むと思われる領域を複数ブロックに分割し、各ブロック毎に白線25の有無を検出する。このとき白線25が検出されなかったブロックは、他車両24等の移動物体によって白線25が隠されていると考えられるため障害物が存在すると判断し、この白線25が検出されなかった位置を他車両検出手段14に入力する。

【0014】他車両検出手段14では、移動物体検出手段12で得られた移動物体の相対位置と、白線検出手段13で得られた障害物が存在する領域の位置とを比較する。そして、もし移動物体検出手段12で得られた位置を含むブロックに白線25が存在していなければ、立体感のある障害物が存在すると判断して、その障害物の相対位置と相対速度を近接状態判別手段15に出力する。

【0015】また、移動物体検出手段12で得られた位置を含むブロックに白線25が存在していれば、その移動物体は道路標識などの立体感のない障害物と判断して、この障害物を処理対象から除外する。近接状態判別手段15では、得られた車両の相対位置と相対速度から車線変更時に接近度が過大となる可能性を判定する一方、方向指示器16のon/off状態を判別し、方向指示器16がON状態で、且つ車線変更時における自車両と他車両との接近度が過大となる場合には、報知手段17に信号を入力して運転者への報知を行う。また、方向指示器16がOFF状態のときや、方向指示器16がON状態でも車線変更時の接近度が過大となる可能性がない場合には、特に運転者に対する報知は行わない。

【0016】尚、本実施の形態においては自車両21の後側方領域22を上記のようにして常時監視しているが、方向指示器16がON状態になった時点から監視を開始してもよい。次に、移動物体検出手段12と白線検出手段13における画像処理の手順を図3に示した。

【0017】まず、例えばCCDカメラにより自車両の後側方領域を撮影することにより画像入力を行う。ここでは画像入力と同期して撮像画像（原画像）の水平方向の微分画像を作成している。このときの原画像は移動物体検出のための時空間画像の作成用として、また、水平方向の微分画像は白線の検出用として使用する。尚、水平方向の微分画像の作成においては、一般的によく知られたSOBELオペレータのマスク処理等で容易に作成することができる。

【0018】次に、時空間画像の作成について説明する。まず、自車両に対する他車両の相対位置および相対速度を求めるために、着目した移動物体の時間経過に伴う移動量の変化を調べる。即ち、時間の経過と移動量を表すデータとして、例えば縦軸に時間、横軸に原画像のxアドレスとした座標系で表される濃淡画像（時空間画像）を作成する。

【0019】時間情報を考慮した場合、一般的には図4

に示すようにxアドレス軸、yアドレス軸、時間軸の座標系を持つ時空間画像となるが、このままの画像データで処理するには膨大な時間を要し、実時間処理を前提としたシステムには適さない。そのため、実時間処理を前提とした場合には、各時間毎の画像情報の中で、移動物体を表す情報をできるだけ残したまま、全体としての情報量を削減する必要がある。

【0020】そこで、本実施の形態においては、原画像のy方向1画素分の幅をx方向の特定の1ライン（検査ライン）だけ抽出することにより時空間画像を作成した。この時空間画像の作成方法においては、作成する時空間画像の座標系は図5に示すようにxアドレスと時間軸だけで構成でき、必要な移動物体の情報を残しつつ、各時間毎の原画像の情報量を大幅に削減することができる。

【0021】しかしながら、この作成方法においては、原画像中の隣接車線内の移動物体を表している1ラインを適切に選択しなければならない。そこで、以下のポイントを考慮して検査ラインを決定した。

(A) 背景による影響をできるだけ受けない場所を選択する。

移動物体の情報を表す検査ラインを決定するときに注意しなければならないことは、車載の撮像手段によって得られた画像を用いるということである。つまり、自車両も走行しているので、入力画像の背景は一定しておらず、通常は背景も移動物体と判断されてしまうのである。そこで、背景の影響をできるだけ受けにくい位置を検査ラインとして選択する必要がある。その一例として、隣接車線内の領域を選択することが挙げられる。通常、隣接車線内においては検査ライン上のデータは路面の輝度値を表している。そして、移動物体が存在する場合には、路面以外の輝度値がその検査ライン中に存在することになる。したがって、検査ラインとして隣接車線内の1ラインとすることにより、背景に影響を受けない移動物体の情報を原画像中から取り出すことができる。

(B) 車両の移動情報を損なわない場所を選択する。

【0022】車両のボディ部分を、使用する検査ラインの一部とした場合、路面の輝度値と同程度のボディ色の車両であると路面と車両との区別がつかない可能性が大きい。そこで、車両の特徴を表す部分として車両のタイヤ部分を使用する。一般的にタイヤの部分は黒色であり、且つ、車両のボディ色には無関係である。したがって、検査ラインとして車両のタイヤの部分を選択すれば、車両のボディ色に影響されず、路面と車両との区別が比較的容易に行える。

【0023】上記2点に注意して、時空間画像作成のために使用する原画像の検査ラインを決定し、この検査ライン上の各画素の輝度値を用いて時空間画像を順次作成する。尚、この検査ラインのx方向の幅については、例えば隣接車線の区画を検出し、走行車線側の白線から走

行車線幅の1/3に相当する距離だけ隣接車線側へ離れた位置までに設定することにより、情報量を軽減しつつ隣接車線に対する時空間画像を得ることができる。

【0024】次に、時空間画像の具体的な作成手順を説明する。まず、画像入力時に作成した原画像中の選択された検査ラインをメモリに転送し、該メモリの横1ラインに書き込む。そして、次の時間の画像中の選択された1ラインに対して、書き込むラインのyアドレスを1ライン図で下方にずらして書き込む。この書き込み処理を繰り返すことにより、図5に示すようなxアドレスと時間の座標系を持つ時空間画像を作成する。

【0025】図6に、図5に示す処理により作成した時空間画像のモデルを示した。図6の領域61,62,63の部分は路面の輝度値を表している。また、2本の帯状の部分のうち図で上方のものが1台目の車両の奇跡64（タイヤの部分に相当）を表し、図で下方のものが2台目車両の軌跡65を表している。さらに具体的には、前記検査ライン上における各軌跡の左側境界が前輪を、右側境界が後輪を表している。

【0026】この時空間画像では縦軸を時間、横軸をxアドレスとしているため、画像中で車両を表している各軌跡は、その傾きが一定時間当たりの移動量、即ち、車両の速度を表している。そして、自車両に対する相対速度が速ければ、この傾きは水平に近くなり、逆に相対速度が遅ければ垂直に近くなる。つまり、図6のモデルは自車両を追い抜いて行く車両の軌跡を表している。図で右側の軌跡の傾きが急峻になっている理由は、斜め後方を撮影しているため同じ速度で走行していても遠くの方が実際の移動量に対する画素の変化が少ないためである。

【0027】尚、自車両が他車両を追い抜く場合には、この軌跡は上下反転した形となる。また、時間軸は上側が過去の時間を表しているため、一定のライン数を超えるとメモリ節約のため一番上からデータを上書きするようにしている。次に、Hough プレーンの作成について説明する。図6に示す時空間画像の軌跡の位置情報から、移動物体の自車両に対する相対位置および相対速度の情報を得ることができる。それらの情報を得る一手法として、一般的によく知られているHough 変換を相対位置および相対速度検出に応用した方法を以下に説明する。

(1) まず、時空間画像中から移動物体の軌跡を表す帯状の部分を検出するため、エッジ情報の抽出を目的とした微分処理を行う。即ち、時空間画像において、現在着目しているラインと過去2ラインの計3ラインを図7(a),(b)に示すような微分オペレータを用いて、垂直方向の微分画像（垂直エッジ画像）と水平方向の微分画像（水平エッジ画像）をそれぞれ作成する。

【0028】この微分処理は、現在着目中の時空間画像I(i,j)の1ラインに対して、(1)，(2)式による処理を行うことに相当する。

10

20

30

40

50

$$\begin{aligned} \text{Idx}(i,j) = & 1/2 \times I(i-2,j-2) + I(i-2,j-1) + 1/2 \times I(i-2,j) \\ & - 1/2 \times I(i+2,j-2) - I(i+2,j) - 1/2 \times I(i+1,j) \quad \dots (1) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Idy}(i,j) = & 1/2 \times I(i-2,j-2) + I(i,j-2) + 1/2 \times I(i+1,j-2) \\ & - 1/2 \times I(i-1,j) - I(i,j) - 1/2 \times I(i+1,j) \quad \dots (2) \end{aligned}$$

ここで、 $I(i,j)$ は点 (i,j) の輝度値、 $\text{Idx}(i,j)$ は点 (i,j) の水平方向の微分値、 $\text{Idy}(i,j)$ は点 (i,j) の垂直方向の微分値である。尚、水平方向の微分オペレータは、垂直方向の微分オペレータと比較してx方向に1画素分長く設定しており、位置情報を検出するときに重要となる垂直方向のエッジをより強調して検出できるようにしている。

(2) 作成した微分画像中で、現在よりも1つ前の1ライン（前記3ラインのうち中央のライン）を走査し、微分画像中の余分なノイズを除去するため、微分値が正の値であるプラスエッジの場合は、プラスエッジ用のしきい値

$$255 \times \text{時定数 } k + \text{定数 } p = 255$$

が成り立つように時定数 k を設定する（画素の輝度値を8ビット表示とした場合）。この処理により、毎回votingされる画素の輝度値は常に最大の255とすることができ、古いvotingほど真の相対速度値からずれている可能性があるので、古いvoting値を減衰させて真のvoting値の重みを増大させる効果を得ることができる。また、不用なノイズ成分を除去する効果も得ることができる。

(4) 次のラインの処理に移る前に、相対速度と移動距離との関係から、Houghプレーン上において時間の経過に伴う物体の移動距離分に相当する画素数をシフトする。

【0029】ここにおいて、図8に相対速度の定義の概念図を、図9に本実施の形態で作成するHoughプレーンのモデルをそれぞれ示した。図8において、垂直・水平エッジ画像上のエッジのある一点を着目画素81としたとき、時空間画像中の移動物体を表す帯状の軌跡の傾きが、この着目画素81と位置15とを結ぶ直線82の傾き、即ち、傾き $1/8$ を持つ場合をプラスの相対速度の最大値とする。そのときの図9に示すHoughプレーン上におけるシフト量は、 $8/1$ （画素/経過時間）画素の左方向シフトとなる。

【0030】また、着目画素81と位置0とを結ぶ直線83の傾き、即ち 90° の傾きをもつ場合には、時間が経過しても物体の位置は変化しないので、自車両に対する物体の相対速度は0となる。そして、傾きが負の場合には相対速度が負の値となり、シフト方向は傾きが正の場合と反対で右方向シフトとなる。ここで、図6に示す時空間画像の垂直エッジ画像を図10(a)に、水平エッジ画像を図10(b)に示した。図10(a)の垂直エッジ101は他車両の前輪を表し、その水平方向の微分値 d_x は正の値である。一方、垂直エッジ102は他車両の後輪を表し、その水平方向の微分値 d_x は負の値である。

【0031】また、図10(b)の水平エッジ103は他車両の前輪を表し、その垂直方向の微分値 d_y は正の値であ

*い値よりも小さな値をもつ画素を、微分値が負の値であるマイナスエッジの場合はマイナスエッジ用のしきい値よりも大きな値をもつ画素について、それぞれ画素値を0に設定するしきい値処理を施す。

(3) 前記しきい値よりも大きな値のプラスエッジ点に対して、Houghプレーン上に、そのプラスエッジ点が存在した同一のxアドレスの縦1ラインに定数 p をvotingする。このvoting時、またはvoting前にHoughプレーン全体に時定数 k を積算する。ここで、時定数 k とvotingする定数 p との間に、

$$\dots (3)$$

る。一方、水平エッジ104は他車両の後輪を表し、その垂直方向の微分値 d_y は負の値である。尚、本実施の形態においては、検出しようとする他車両の位置情報は、自車両が他車両に追い越される場合、自車両が他車両を追い抜く場合共に、該他車両の前輪の位置から求めることにする。

【0032】上記(2)～(4)の処理を、垂直エッジ画像における垂直エッジが正の値、負の値、および0である場合に対してそれぞれ行う。具体的には図11に示すように、垂直エッジが正の値の場合はHoughプレーンの画素値に定数 p を加算し、垂直エッジが負の値の場合は画素値から定数 p を減算する。また、垂直エッジが0であった場合は水平エッジ画像における水平エッジの正・負、および相対速度に応じて定数 p の加減算を行う。

【0033】このときの減算処理は他車両（自車両が他車両に追い越される場合は該他車両の前輪）の位置情報収集とは直接的には関係ないが、余分な情報（同じく追い越される場合は他車両の後輪等）をいち早く消去して、他車両の位置情報をより精度よく得る効果が得られる。このように、垂直・水平エッジ画像に対し、他車両のxアドレス方向の位置変化をより顕著に表す垂直エッジを優先してHoughプレーンにvotingする。

【0034】上記(3)、(4)の処理に関して、図12(a)～(c)に処理例を示した。図12(a)は、初期状態($t_{\text{ime}}=1$)においてHoughプレーンに垂直エッジ画像の $t_{\text{ime}}=1$ のラインの垂直エッジ位置と同じxアドレス121に定数 p をvotingした結果である。尚、ここでは相対速度が0以上の部分だけを示している。そして、次のライン($t_{\text{ime}}=2$)の処理に移る前に、図12(b)に示すようにHoughプレーンをシフトする。このときの具体的なシフト量は、割り当てた相対速度毎に図13に示すように t_{ime} 値に応じて決定する。このシフトにより、図12(a)中のvotingされた画素は、図12(b)中の画素位置までそれぞれ移動することになる。

【0035】つまり、相対速度に応じた仮想の移動量分をシフトすることになる。例えば、相対速度の大きい画素に対してはシフト量を多く、相対速度が小さくなるほどシフト量を少なく設定する。また、相対速度のマイナス部分の移動については、垂直エッジ位置の相対速度0に対応する画素を点対称の中心として、プラス部分を180°回転させたものとなる。

【0036】そして、図12(b)の画像に対して(3)式に示す時定数 k を積算する。次に、垂直エッジ画像の $time=1$ のラインを1ラインだけ図で下方に進めた $time=2$ のラインについて、同様にしてHough プレーンにvotingを行う。即ち、図12(c)に示すように、垂直エッジ画像の垂直エッジ位置と同じxアドレス122に定数 p をvotingする。そして、今回votingされた画素と、前回シフトされた画素とを合わせて図13に示す条件に基づいてシフトする。

【0037】このvoting・シフト作業を微分画像の全ラインに対して繰り返し行う。次に、前記手順でvoting・シフトを終了したHough プレーン中から移動物体の候補点を検索する方法について説明する。上記の手順で処理されたHough プレーンでは、移動物体が存在するところには定数 p が加算されていくので、画素値の高い部分が移動物体を表している。また、このHough プレーンは移動物体のxアドレスと相対速度とのパラメータ平面としているので、横軸のxアドレスが移動物体の相対位置を表しており、縦軸のyアドレスが移動物体の相対速度を表している。

【0038】したがって、Hough プレーン中で一定値以上の画素値をもつ画素を検索することにより、その画素のxアドレスおよびyアドレスを、それぞれ移動物体の相対位置および相対速度として求めることができる。尚、この方法では1枚のHough プレーンから複数個の移動物体の候補点が検出されることになるが、これらの候補点全てを次の処理に用いる。

【0039】次に、隣接車線の白線検出について説明する。白線検出には輝度値を任意の方向に積算した結果から求める方法を用いる。これは、自車両の後側方領域を撮影した画像中の白線は、ほぼ直線で近似できるため、白線の存在する方向に輝度値を積算したときの積算値が最大となることを利用したものである。

【0040】まず、画像入力時に作成した水平方向の微分画像において、隣接車線の白線があると予測される位置に小さなウィンドウを設定する。白線の存在位置は、予め、およそその位置を与えてもよく、道路幅を一定とすれば走行車線の位置から計算により求めることができる。このウィンドウは、画像内での上下の辺が平行であるものとする。そして、その平行な2辺上に端点を持つ直線群の中から水平方向の微分画像上での輝度値の和が最大で、且つ設定したしきい値よりも大きい直線を検出するものとする。

【0041】本実施の形態においては、水平方向の微分画像上で白線の存在すると思われる領域を複数のブロックに分割し、それぞれのブロックで白線の有無を調べる。これにより、水平方向の微分画像の隣接車線中に車両が存在すれば、その領域の白線は車両に隠されて検出されなくなるため車両の有無を判断することができると共に、車両が存在した場合にはその存在位置を検出することができる。

【0042】次に、総合判断処理について説明する。これは、前記白線の検出結果と移動物体の検出結果を統合処理することにより、移動物体の候補点のうち、ノイズや路面の表示等の高さのない物体の候補点を候補点リストから削除するものである。図14にこの処理手順の概念図を示した。本処理手順においては、出力結果中に車両の移動情報が含まれている処理が2つ存在する。一方は移動物体の候補点検索処理で、他方は白線検出処理である。

【0043】まず、移動物体の候補点検索処理は、車両の存在領域を検索するアルゴリズムであり、その出力結果は隣接車線内の移動物体の候補点である。この出力結果中には車両の存在情報が含まれているが、本来検出する必要のない路面の表示や継ぎ目、さらには画像のノイズ等の余分な情報が含まれている。一方、白線検出処理は、車両の非存在領域を検索するというアルゴリズムであり、その出力結果は、隣接車線の白線である。隣接車線に車両が存在する場合には白線が車両に隠れてしまい、その領域の白線は検出されなくなる。したがって、この出力結果中にも車両の存在情報が含まれていることがいえる。しかし、車両の横方向エッジ等の影響により、本来白線の存在しない領域に白線を検出してしまいう可能性があるため、この処理結果中にも余分な情報が含まれている。

【0044】そこで、これら2つの処理結果をうまく利用することにより、それぞれの結果中に含まれている余分な情報を取り除く総合判断処理を行う。図15に具体的な総合判断処理の一例を示した。本処理では、移動物体の候補点検索処理の出力結果を基にして、白線検出処理の出力結果に応じて、その候補点の結果中から余分な情報を取り除いている。

【0045】まず、移動物体の候補点検索処理の段階で、予め検索のためのしきい値を小さく設定して車両に関する情報を漏らすことのないようにする。当然ながら、これに伴って出力結果中に含まれる車両以外の余分な情報も増加するが、この情報をそのまま移動物体の候補点リストとして総合判断処理に入力する。次に、総合判断処理において、移動物体の候補点のxアドレスを調べ、白線検出時に分割したブロックの中で、そのxアドレスが含まれる領域に白線が存在しているか否かを調べる。存在してしなければ、その移動物体の候補点をそのまま候補点リストに残し、移動物体の候補点が得られな

かった場合はこの候補点を削除する。

【0046】また、xアドレスが含まれる領域に白線が存在する場合には、大きく分けて次の2通りのことが考えられる。1つは路面の表示や継ぎ目、画像のノイズの影響のためであり、もう1つは車両の横方向のエッジの影響のためである。そこで、どちらの影響であるかを判別するために、Hough プレーン中で、現在処理している候補点のxアドレスの近傍を調べる。この近傍に別の移動物体の相対位置と相対速度を表す候補点が存在せず、白線検出結果において検出領域近傍に白線が検出された場合は、路面の表示や継ぎ目、画像のノイズの影響による誤検出と考えられ、この候補点を削除する。これは検出された移動物体が車両である場合には、その候補点近傍には複数の候補点が存在しているはずだからである。

【0047】また、近傍に候補点が存在せず、白線検出結果において検出領域近傍に白線が存在しない場合は車両の横方向エッジの影響のためと考えられるので、この移動物体の候補点は一旦保留として保留リストに入力する。一方、この近傍に候補点が存在する場合には、白線検出結果において検出領域近傍に白線が存在しないときはそのまま候補点リストに残し、存在するときには一旦保留として保留リストに入力する。

【0048】この保留リストは、保留リストの各xアドレスの近傍を調べて車両の候補点リストとのクラスタリングを行い、できるだけ車両の候補点リストとして扱うようにする。そして、このクラスタリングで車両候補点と明らかに独立して存在する場合には、車両ではないと判断し、その独立した候補点を削除する。このように、2つの処理を併合することにより、移動物体の候補点検索処理からの入力の候補点リストに対して、移動物体の候補点から余分な情報を削除した新たな移動物体の候補点リストを得る。この新たな移動物体の候補点リストにおいては、各々の候補点のxアドレスが移動物体の自車両に対する相対位置を表している。また、このxアドレスからHough プレーンを再度検索して、そのxアドレスの縦1ライン中の最大輝度値を持つ画素のyアドレスが移動物体の自車両に対する相対速度となる。

【0049】即ち、移動物体の特徴部分が存在するxアドレスが変化しても、自車両に対する相対速度は変化しないと考えると、Hough プレーン上では、一旦移動物体が検出されたxアドレスから、次に検出されたxアドレスと間のシフト量が、実際の相対速度に等しい相対速度の位置で一致するようになり、その結果、移動物体が検出されたxアドレスの縦1ライン中の特定のyアドレスにvotingが集積することになるためである。

【0050】そして、本実施の形態においては、方向指示器のON/OFFの状態を判別し、方向指示器がON状態の場合に、隣接車線に存在する他車両の相対位置と相対速度に基づいて、自車両の車線変更時に他車両との接近度が過剰になると判断されたときに、運転者に対し

て報知を行う。それ以外の場合には、運転者への報知は行わず画像入力処理に戻る。

【0051】以上説明したように、本実施の形態においては、車両の検出を画像処理により行うことで検出可能な距離が長くなり、また、検出可能範囲も広がる。さらに、車両の特徴点としてタイヤ位置のデータを使用することにより、車両のボディ色による検出誤差を大幅に削減することができる。そして、車両に検出に異なる2つの処理結果を統合して用いているので、車両検出の確実性をより向上させることができ、以て、正確な車両検出が行え、検出された車両の自車両に対する相対位置および相対速度に応じた的確に運転者に報知することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本実施の形態におけるシステム構成図。

【図2】 自車両の後側方領域の撮影状態を示す図。

【図3】 本実施の形態における画像処理のブロック図。

【図4】 xアドレス軸、yアドレス軸、時間軸の座標系の時空間画像を示す図。

【図5】 原画像のx方向の1ラインを検査ラインとして時空間画像を作成する方法を説明する図。

【図6】 xアドレス-時間平面の時空間画像のモデルを示す図。

【図7】 微分オペレータを示す図。

【図8】 相対速度の定義を説明する図。

【図9】 Hough プレーンのモデルを示す図。

【図10】 時空間画像の水平方向および垂直方向の微分画像を示す図。

【図11】 垂直エッジおよび水平エッジ、並びに相対速度に応じたvoting処理を示す図。

【図12】 voting・シフト処理の処理結果を示す図。

【図13】 相対速度およびtime値に応じたシフト量を示す図。

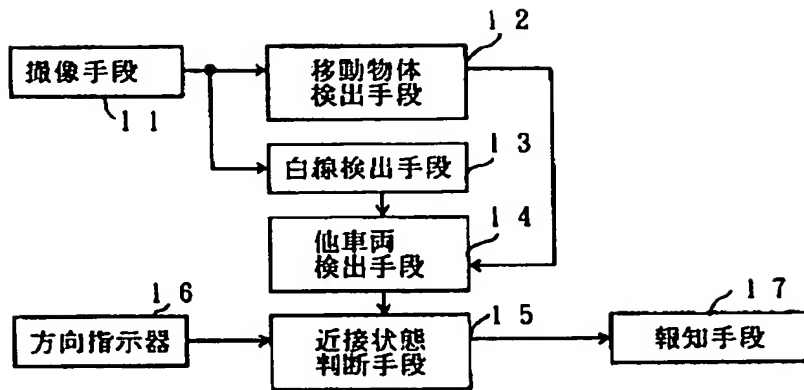
【図14】 総合判断処理の概念図。

【図15】 総合判断処理の具体的な処理内容を示す図。

【符号の説明】

- 11 撮像手段
- 12 移動物体検出手段
- 13 白線検出手段
- 14 他車両検出手段
- 15 近接状態判別手段
- 16 方向指示器
- 17 報知手段
- 21 自車両
- 22 撮像範囲
- 23 隣接車線
- 24 他車両
- 25 白線

【図1】



【図7】

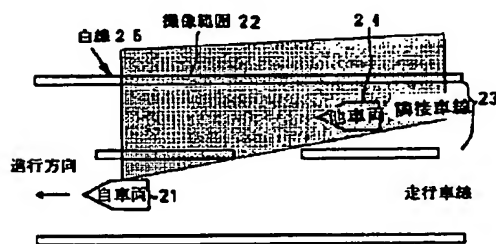
1/2	0	0	0	-1/2
1	0	0	0	-1
1/2	0	0	0	-1/2

(a) 垂直微分オペレータ

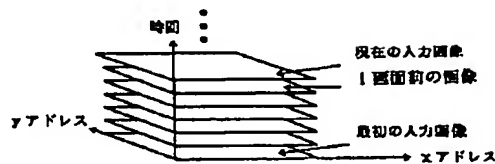
1/2	1	1/2
0	0	0
-1/2	-1	-1/2

(b) 水平微分オペレータ

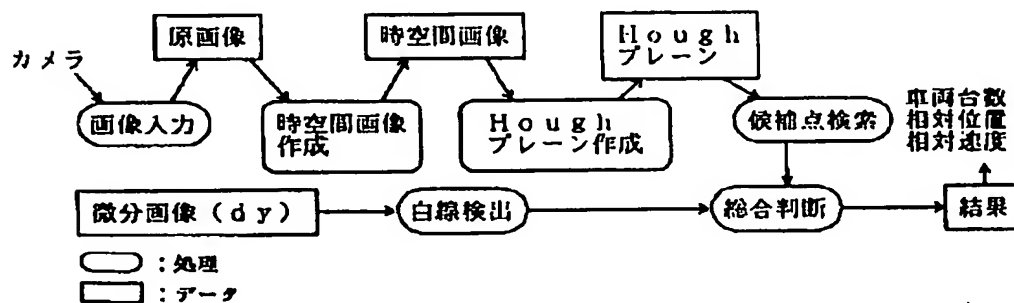
【図2】



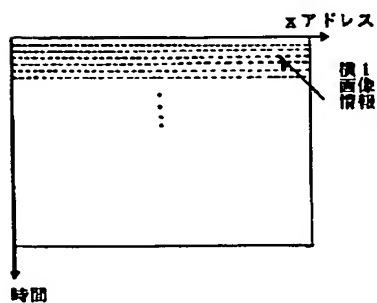
【図4】



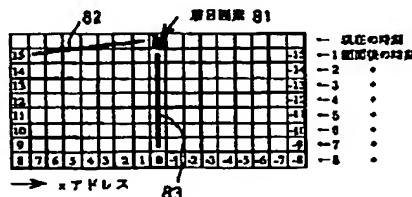
【図3】



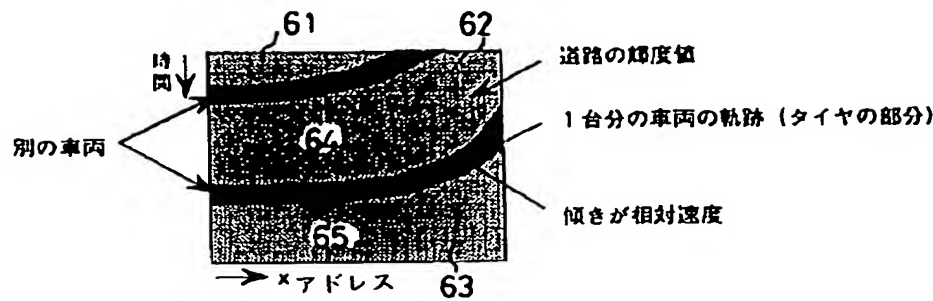
【図5】



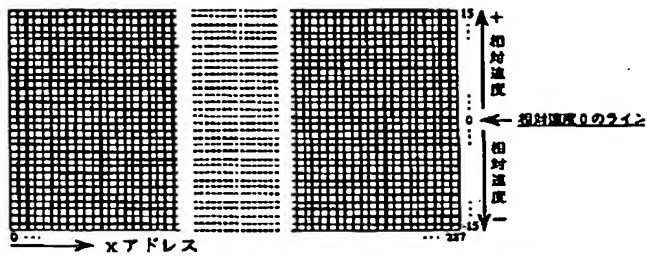
【図8】



【図6】



【図9】



【図11】

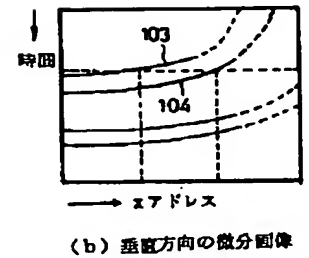
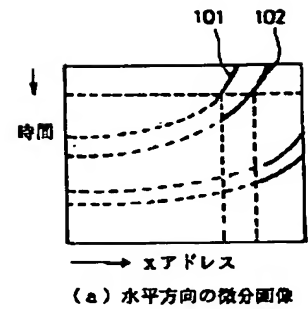
しきい値処理後の 垂直エッジ	しきい値処理後の 水平エッジ	相対速度が 十部分の投票	相対速度が 一部分の投票
+	無条件	→ 画素値+定数	画素値+定数
-	無条件	→ 画素値-定数	画素値-定数
0	+	→ 画素値+定数	画素値-定数
0	-	→ 画素値-定数	画素値+定数

【図13】

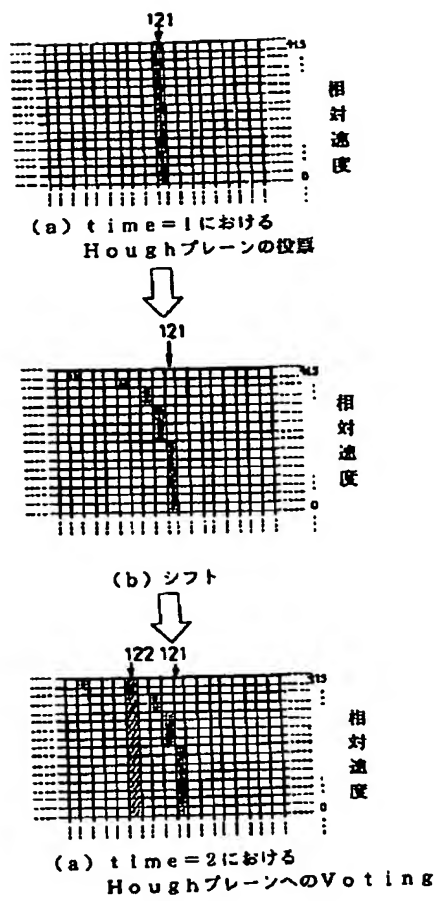
time: 処理開始からの累積時間 (ライン数)

割り当てた 相対速度	シフト量算出用 パラメータ	シフト量 (画素)
±15	time/1の剰余	毎回8画素シフト
±14	time/1の剰余	毎回4画素シフト
±13	time/3の剰余	剰余=1の時2画素、その他は3画素シフト
±12	time/1の剰余	毎回2画素シフト
±11	time/5の剰余	剰余=0,2,4の時2画素、その他は1画素シフト
±10	time/3の剰余	剰余=1の時2画素、その他は1画素シフト
±9	time/7の剰余	剰余=3の時2画素、その他は1画素シフト
±8	time/1の剰余	毎回1画素シフト
±7	time/8の剰余	剰余=4の時シフトなし、その他は1画素
±6	time/4の剰余	剰余=2の時シフトなし、その他は1画素
±5	time/8の剰余	剰余=0,2,3,5,7の時1画素、その他はシフトなし
±4	time/2の剰余	剰余=0の時1画素、その他はシフトなし
±3	time/8の剰余	剰余=1,3,6の時1画素、その他はシフトなし
±2	time/4の剰余	剰余=1の時1画素、その他はシフトなし
±1	time/8の剰余	剰余=3の時1画素、その他はシフトなし

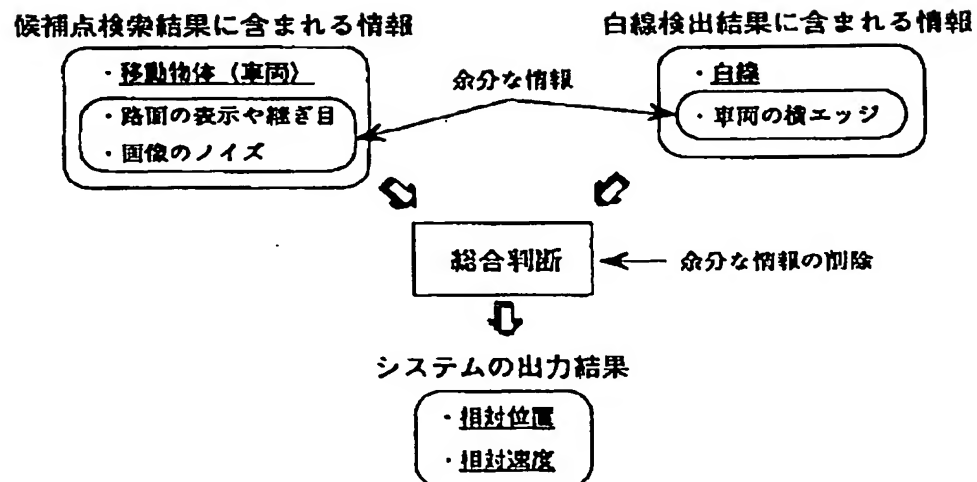
【図10】



【図12】



【図14】



【図15】

○：候補点有 ×：候補点無	○：白線有 ×：白線無	○：車両有 ×：車両無
移動物体の 候補点検索結果	白線検出結果	総合判断結果
×	×	⇒ ×
×	○	⇒ ×
○	×	⇒ ○
○	○	⇒ ?

この組み合わせの場合は
着目要素の近傍を調べる。

着目要素の近傍 ↓ の部分

移動物体の 候補点検索結果	白線検出結果	総合判断結果	
×	×	⇒ —	← 保留
×	○	⇒ ×	← 車両無
○	×	⇒ ○	← 車両有
○	○	⇒ —	← 保留